

Analys av digitala programvaror

Hanna Palmér, Linnéuniversitetet & Ola Helenius, NCM

De första fyra delarna i modulen har behandlat flera olika digitala verktyg till exempel verktyg för att visualisera, verktyg för att synliggöra elevlösningar samt responssystem. Även om alla dessa kan användas i matematikundervisning, har varje specifik digital programvara sin egen uppsättning möjligheter och begränsningar när det gäller dess användning i undervisningen. Responssystem och system för att synliggöra elevlösningar är inte specificerade för just matematikämnet medan verktyg för att visualisera, som exempelvis Geogebra, kan vara något som eleven använder på egen hand för att lösa matematikuppgifter. I Del 3 använde vi oss av en applikation som hade konstruerats i Geogebra för ett specifikt undervisningssyfte. Till skillnad från en full version av Geogebra är en sådan applikation enklare att lära sig använda för eleven, men kan samtidigt aldrig bli ett lika fullständigt verktyg som Geogebra i sin helhet kan bli. Att välja vilka digitala programvaror man ska använda och hur de skall användas är en del av lärares didaktiska organisation (Drijvers, Doorman, Boon, Reed & Gravenmaijer, 2010).

Det är inte enbart det tekniska kunnandet som påverkar lärares möjlighet att använda ett visst digitalt verktyg. Lärares ämneskunskaper, samt kunskaper och uppfattningar om undervisning påverkar också användningen. En lärares undervisning *utan* digitala verktyg påverkar på flera sätt hur undervisningen *med* digitala verktyg kan komma att se ut (Thorvaldsen, Vavik & Salomon, 2012). Att begränsa sitt val av programvaror till sådana man redan känner till och som man vet fungerar i sin undervisning är begränsande för utvecklingen, eftersom digitala verktyg kan göra en annan typ av undervisning möjlig. Vidare är det målen för matematikundervisningen som ska styra valet av digitala verktyg och programvara (Attard & Northcote, 2011). För att göra bra val av digital programvara i relation till olika påverkansfaktorer och syften, behöver läraren ämneskunskaper, pedagogiska kunskaper och kunskaper om digitala verktyg (Mishra & Koehler, 2006). Det kan öka chansen att orkestrera en ändamålsenlig undervisning om man kan göra bedömningar av en digital programvara på förhand. I fördjupningstexten ges exempel på vikten av att göra en förhandsbedömning av matematikinnehållet i digitala programvaror. När det gäller matematikinnehållet i till exempel appar kan det vara bra att känna till att det inte finns någon reglering av vem som får tillverka och sälja appar för undervisning. Det finns inte heller någon granskning gällande innehållets korrekthet eller lämplighet. Det finns ett flertal appar där matematikinnehållet varken är anpassat eller korrekt i förhållande till den målgrupp som beskrivs. Digitala programvaror skiljer sig dock åt på betydligt fler sätt än enbart matematikinnehållet och som stöd för att ni ska kunna göra förbedömningar av digitala programvaror kommer vi presentera tre olika analysverktyg. De tre analysverktygen längre fram kommer även att synliggöra hur olika digitala programvaror kan vara och på vilket sätt de kan användas i matematikundervisningen.

Tre analysverktyg för digitala programvaror

I presentationen av analysverktygen nedan kommer vi att exemplifiera hur de används genom att analysera några appar. Analysverktygen som sådana fungerar dock lika väl på andra digitala programvaror som till exempel datorer. I dag ökar både tillgången till lärplattor och användningen av dem i matematikundervisningen. Även om det utvecklas allt fler specifika appar för matematikundervisning så är majoriteten av dagens appar inte designade för undervisning, utan framtagna för underhållning, kommunikation eller affärsverksamhet (Laurillard, 2009). Många av dessa appar fungerar dock utmärkt i undervisningssyfte men de har olika kvaliteter, möjligheter och begränsningar för elevers lärande och lektionens utformning. Detta skiljer sig egentligen inte från en matematikundervisning utan digitala verktyg. Läraren utgår även då från olika läromedel, exempelvis kan skönlitteratur eller en matematikbok utgöra utgångspunkt för matematikundervisning. Den skönlitterära boken är inte framtagna för matematikundervisning, men likväl kan lärare planera en matematikundervisning utifrån dess innehåll. På samma sätt kan appar, som är utvecklade för andra ändamål än matematikundervisning fungera väl som utgångspunkt i matematikundervisningen. Även appar designade för matematikundervisning ser mycket olika ut och har olika syften. Vissa kan vara avsedda för färdighetsträning, andra för utforskande aktiviteter eller för problemlösning. Vissa appar är framtagna för att läraren ska åskådliggöra ett matematiskt innehåll, medan andra främst är framtagna för att användas av elever utan lärarens medverkan. Eftersom olika appar ger elever olika möjligheter till lärande i matematik, är det viktigt att lärare arbetar för att öka sin medvetenhet om de möjligheter och begränsningar som valet av digital programvara kan medföra (Trigueros, Lozano & Sandoval, 2014).

På samma sätt som det inte finns ett bästa sätt att undervisa i matematik finns det inte heller en enkel lathund för att utvärdera och välja appar. Vad som är en bra app i en viss undervisningssituation påverkas av målet med lektionen, matematikinnehållet, elevernas förkunskaper i matematik, elevernas förkunskaper om den aktuella digitala tekniken, likväl som klassrumskontexten med dess didaktiska kontrakt. Ska appen fungera som ett verktyg för läraren eller eleverna? Ska eleverna färdighetsträna, utforska eller upptäcka? Ska eleverna arbeta enskilt, i par eller i grupp? Ska läraren leda aktiviteten eller ska eleverna utforska på egen hand?

De tre analysverktygen fokuserar på olika dimensioner av apparns användbarhet.

Analysverktyg 1: Instrukтив – Manipulativ – Kreativ

Den första dimensionen handlar om vilken betydelse en app kan ha för eleven som enskild användare.

Analysverktyg 2: Klassifikation – Inramning

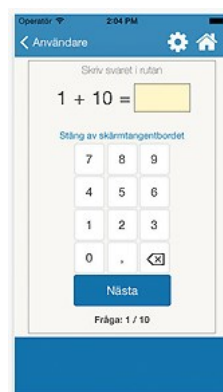
Den andra dimensionen handlar om lärarens och elevens möjlighet att påverka och styra hur appen används. Man kan säga att det handlar om olika typer av frihetsgrader som finns i olika appar och hur detta påverkar hur appen kan användas i undervisningssyfte.

Analysverktyg 3: Ersättning – Förstärkning – Transformer

Den tredje dimensionen är i högre grad subjektiv, och handlar om huruvida en app passar in i den existerande undervisningen och stimulerar till, eller kanske rent av kräver, en annan slags undervisning.

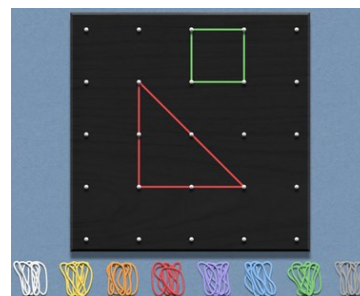
De tre appar som vi kommer använda för att beskriva hur analysverktygen fungerar är NOMP, Flip it och Geoboard.

NOMP kan användas av en elev enskilt eller så kan elever spela mot varandra. Appen består av matematikuppgifter indelade i olika områden (fyra räknesätt, mätning, bråk, procent) och olika svårighetsnivåer. I varje del finns cirka tio uppgifter och när eleverna löst dessa får de en medalj inom det området. Ibland krävs det att man fått en viss medalj för att man ska kunna fortsätta inom en del.



Flip it kan spelas mot en fiktiv motståndare eller så kan två elever spela mot varandra. Appen består av en spelplan med 42 brickor numrerade 1-42. Genom att kombinera talen på tre tärningar ska eleverna med hjälp av addition, subtraktion, multiplikation, division samt parenteser få summor mellan 1-42. För de yngsta eleverna kan enbart ett eller två räknestätt användas. Olika summor genererar olika poäng beroende på om spelbrickor bredvid redan är förbrukade eller inte. På så vis är olika summor olika strategiska. Appen kan spelas på olika nivåer. På lätt nivå räknar spelet ut svaret, på svår nivå är svaret dolt och det finns en tidsbegränsning på 1 minut.

Geoboard (finns i många olika varianter med snarlika namn) ser ut och fungerar som ett geobräde med 25 spikar. Användaren kan välja ett eller flera gummiband i olika färger och ytan på de figurer som konstrueras kan fyllas med samma färg som på det valda gummibandet.



Dessa tre appar har inte valts ut för att de är bra eller dåliga utan för att de på olika sätt exemplifierar saker längre fram i texten. Det kan bli enklare att följa texten om ni har möjlighet att prova apparna innan ni läser vidare (gratisvarianten räcker). Nedan följer en presentation av de tre analysverktygen. Varje presentation avslutas med en analys av de tre apparna så ni får ta del av hur analysverktyget kan användas.

Analysverktyg 1 – Instrukтив, manipulativ, kreativ

Highfield och Goodwin (2013a, b) har studerat innehållet i och designen av de mest nedladdade apparna inom kategorin utbildning till lärplattor i Australien och USA åren

2010–2013. Med jämna intervall bokfördes vilka tio appar som såldes mest, vilket under de tre åren resulterade i 360 olika appar varav 53 fokuserade på matematik. Samtliga appar analyserades utifrån flera aspekter, varav en var *pedagogisk design* där kategorierna *instruktiv*, *manipulativ* och *kreativ* användes för att indikera användarens kontroll över aktiviteterna i appen och kravet på kognitiva insatser.

- *Instruktiva programvaror* domineras av färdighetsträning där användaren får en förprogrammerad uppgift som kräver ett, och endast ett, förutbestämt svar där inga kreativa lösningar eller resonemang krävs.
- *Manipulativa programvaror* tillåter användaren att manipulera delar av innehållet, vilket möjliggör upptäckter och experimenterande inom vissa förbestämda ramar. I dessa programvaror är det till exempel inte tillräckligt för användaren att enbart ge ett svar, utan det krävs även kritiska reflektioner över olika möjligheter och strategier för att lösa uppgifter. Manipulativa programvaror kan också innehålla moment av problemlösning.
- *Kreativa programvaror* har en öppen design där användaren själv skapar innehållet. Dessa programvaror kräver således stora insatser av användaren, då kreativa lösningar eller resonemang krävs för att skapa innehållet.

I Highfield och Goodwins (2013a, 2013b) undersökning var 47 av de 53 mest nerladdade matematikapparna som analyserades instruktiva. De resterande sex ansågs vara en hybrid mellan instruktiva och manipulativa. Det fanns således inga matematikappar i kategorin kreativa i undersökningen. Detta betyder inte att sådana matematikappar saknades helt, men ingen av de mest nerladdade matematikapparna stödde matematiska processer som problemlösning eller matematiska resonemang.

Analys

- NOMP utgör ett exempel på en instruktiv app där användaren ställs inför specificerade uppgifter som kräver ett bestämt svar.
- Flip it utgör ett exempel på en manipulativ app. Vad som händer i appen beror på de val som användaren gör och det finns olika möjligheter att lösa varje uppgift, vilket kräver eller möjliggör kritiska reflektioner över olika strategier för att lösa uppgifterna.
- Geoboard utgör ett exempel på en kreativ app med en öppen design. Det finns inga förutbestämda uppgifter som skall lösas, utan användaren själv skapar innehållet.

Analysen ovan säger inget om huruvida dessa appar är bra eller inte men visar på olika begränsningar och möjligheter. Dessa måste kopplas till målet med att använda apparna i en specifik undervisningssituation.

Analysverktyg 2 – Klassifikation och inramning

Ett andra sätt att analysera appar är att utgå ifrån Bernsteins (2000) begrepp *klassifikation* och *inramning*. Begreppen används av Bernstein för att beskriva undervisningspraktiker:

- *Klassifikation* beskriver hur tydligt olika undervisningsinnehåll är avgränsat. En stark klassifikation innebär att undervisningsinnehållet är avgränsat till ett ämne eller en specifik aktivitet (t.ex. matematik) medan en svag klassifikation innebär det motsatta, att olika ämnen eller olika aktiviteter integreras.
- *Inramning* beskriver hur stor frihet det finns att agera på olika sätt inom en undervisningsaktivitet. En stark inramning innebär att undervisningsaktiviteten är styrd och inte kan påverkas av eleverna medan en svag inramning tillåter eleverna att påverka vad och hur olika saker ska göras.

Tillämpat på appar innebär en stark klassifikation att appen är tydligt inriktad mot ett ämne (t.ex. matematik) medan en svag klassifikation innebär att olika ämnen sammanförs inom appens ramar. Vid stark inramning är appens utformning styrd och kan inte påverkas av användaren, medan en svag inramning innebär att appen tillåter användaren att påverka vad som ska göras och hur det ska göras. En apps klassifikation och inramning samverkar och påverkar både enskilda användares handlingsutrymme inom appen och hur lärare kan använda appen i undervisning.

Analys

- NOMP utgör ett exempel på app med stark klassifikation och stark inramning. Appen är tydligt matematikinriktad och specifikt inriktad mot aritmetiska beräkningar och den är inte påverkbar mer än att användarna kan välja vilket område de vill lösa uppgifter inom.
- Flip it utgör ett exempel på en app med stark klassifikation och svag inramning. Den är tydligt matematikinriktad och den matematiska aktivitet som utförs är av ett specifikt slag men användaren kan påverka hur den agerar inom appens ramar.
- Geoboard utgör ett exempel på en app med svag klassifikation och svag inramning. Precis som med den fysiska geobrädan finns det en stor mängd olika saker att göra med Geoboard. Det är inte heller givet vad som skall göras utan det står användaren helt fritt att experimentera.

Digitala programvaror med öppenhet och interaktivitet, där både elever och lärare kan påverka innehållet och utformningen av aktiviteterna, har visats främja kreativitet, matematiska diskussioner och resonemang (Trigueros, m.fl, 2014). Kommunikation har dubbla roller i matematikämnet, dels ska elever ges möjlighet att lära sig matematik genom att kommunicera och dels ska elever ges möjlighet att lära sig kommunicera matematiskt. Appar med svag inramning tenderar att främja interaktion och kommunikation och ju starkare klassifikation (matematikinriktning) en app har, desto rikare tycks matematikinnehållet bli i denna kommunikation. Kopplat till exempelapparna är det troligt att den svaga inramningen i Flip it och Geoboard främjar kommunikation mellan användarna mer än den starka inramningen i NOMP som tenderar att rikta användarens fokus in mot appen. Vidare är det mer troligt att kommunikationen får ett specifikt matematikinnehåll vid användande av Flip it (stark klassifikation) än vid användandet av Geoboard (svag klassifikation). Även om appar genom sin klassifikation och inramning i

olika grad stimulerar till matematisk kommunikation mellan elever, så är det i slutändan ändå lärarens orkestrering av lektionen som avgör hur den i praktiken ter sig. Apparnas uppbyggnad kan enbart främja, inte påtvinga eller oberoende skapa, matematisk kommunikation och interaktion. Huruvida det uppkommer kommunikation eller interaktion i klassrummet beror också på undervisningskulturen och det didaktiska kontraktet som normalt råder i klassrummet.

Analysverktyg 3 – Ersättning, förstärkning, transformering

Ett tredje sätt att analysera appar som presenterades redan i Del 1 är att utgå ifrån *ersättning*, *förstärkning* och *transformering* (Hughes, Thomas & Scharber, 2006). De tre kategorierna ska inte förstås som hierarkiska utan beskriver hur innehållet i appen förhåller sig till hur man tidigare undervisat det specifika matematikinnehållet.

- Ersättning innebär att appen ersätter något som gjorts tidigare fast utan app, där aktiviteten som sådan, med eller utan appen, inte skiljer sig nämnvärt. Ersättning medför ingen skillnad i form eller innehåll i matematiken utan det är enbart mediet som ändras.
- Förstärkning innebär att appen erbjuder en ökad möjlighet för lärande, utan att för den skull förändra innehållet eller formen för den kunskap som eleven förväntas lära.
- Transformering innebär att appen erbjuder ökade och förändrade möjligheter för lärande av ett förändrat innehåll i relation till hur innehållet hade presenterats i en undervisning utan appen.

Analys

En kategorisering utifrån ersättning, förstärkning och transformering beskriver hur innehållet i appen förhåller sig till hur man tidigare undervisat det specifika matematikinnehållet. Analyser skiljer sig åt i förhållande till olika lärare och deras matematikundervisning och därför får analysen nedan ses som ett exempel i relation till en ”generell matematikundervisning” utifrån en lärobok i matematik.

- NOMP utgör ett exempel på ersättning. Även om matematikinnehållet i appen inte skiljer sig nämnvärt från att arbeta med papper och penna ger NOMP möjligheten att välja hur många och i vilken ordning uppgifter ska lösas på ett annat sätt än vad som till exempel är möjligt i en matematikbok.
- Flip it utgör ett exempel på förstärkning. I jämförelse med arbete med aritmetikuppgifter i en matematikbok förstärks undervisningen på så vis att eleverna strategiskt kan testa olika vägar för att nå vissa resultat. Innehållet som ska läras, de fyra räknesätten och prioriteringsordning, är dock detsamma som förut.
- Geoboard utgör ett exempel på transformering eller förstärkning beroende på om jämförelsen görs gentemot en matematikbok eller ett fysiskt geobräde. Gentemot ett fysiskt geobräde finns det funktioner i appen som förstärker undervisningen, till exempel så kan de ytor man skapar fyllas i med färg, vilket inte går på ett fysiskt

geobräde. Skillnaden i appen som sådan gentemot ett fysiskt geobräde är marginell men kan ändå erbjuda nya möjligheter (se t.ex. film i Del 4).

Återigen, analysen ovan säger inget om huruvida dessa appar är bra eller inte men visar på olika begränsningar och möjligheter vilka måste kopplas till målet med att använda apparna i en specifik undervisningssituation. När en lärare exempelvis ersätter läroboken med en app med samma typ av uppgifter så har undervisningen egentligen förändrats mycket lite. Det är identiskt innehåll som ska läras på samma sätt, enbart mediet har bytts. Att mediet har bytts kan dock påverka elevers motivation (De Witte & Rogge, 2014). Många appar har inbyggda belöningssystem där användaren samlar poäng eller färdas i hierarkiska fantasivärldar. Appar som kategoriseras som förstärkning eller transformering innebär att man, i olika grad, tar tillvara de möjligheter och den kapacitet som digitala verktyg erbjuder (t.ex. samtida multipla representationer och kombinationer av bild, ljud och animationer). Samtidigt kräver dessa appar många gånger att läraren förändrar sin matematikundervisning för att appen ska få en meningsfull roll. Ett exempel kan vara att använda en kart-app med gps. Den typ av aktiviteter man då kan genomföra är mycket annorlunda mot vad som vanligtvis görs på matematiklektioner, men kräver därför också att andra typer av uppgifter formuleras.

Kombinera analysverktygen

Precis som när en lärare väljer matematikuppgifter behöver man inför valet av en digital programvara bestämma vilken betydelse programvaran skall ha för elevernas lärande och i lektionen som helhet. Förutom att utgå ifrån matematikinnehållet bör läraren göra en del ställningstaganden inför valet av digital programvara:

- Ska den digitala programvaran fungera som ett verktyg för läraren eller eleverna?
- Vilka förkunskaper har eleverna gällande matematikinnehållet och gällande digital teknik?
- Ska eleverna färdighetsträna, utforska, upptäcka eller lösa problem?
- Ska eleverna arbeta enskilt, i par eller grupp?
- Ska läraren vara delaktig och leda användningen av den digitala programvaran eller ska eleverna arbeta på egen hand?

Därefter kan en lärare göra en strukturerad förhandsbedömning av möjliga digitala programvaror. De tre ovan beskrivna analysverktygen kan då användas var för sig eller tillsammans. En viktig poäng med dessa verktyg är att de inte är avsedda för att skapa objektiva klassificeringar av specifika appar. Det intressanta är snarare att de tre analysverktygen ger möjlighet till en subjektiv men ändå strukturerad bedömning. Denna subjektivitet gör det också intressant att diskutera klassificeringar av digitala programvaror med andra lärare. En sådan diskussion sätter inte bara fokus på den digitala programvaran i fråga utan också på olika uppfattningar relaterade till undervisning.

Som framgår i beskrivningen lyfter de olika analysverktygen fram olika aspekter av digitala programvaror, även om vissa av dessa aspekter överlappar. Analysmetoden Instruktiv –

Manipulativ – Kreativ fokuserar huvudsakligen på relationen mellan programvaran och den primära användaren, det vill säga i vårt fall eleven. I termer av kursplanens förmågor kan man säga att en instruktiv programvara troligen kommer att motsvara förmåga att hantera rutinuppgifter medan en programvara kategoriserad som manipulativ eller kreativ även kan involvera problemlösning.

Analysverktyget Klassifikation – Inramning ligger på vissa sätt nära ovanstående analysverktyg, men kan vara mer användbar för att studera programvarans roll i en mer komplex didaktisk organisation. Programvaror med svag klassifikation, kommer att behöva tydligare styrning från läraren för att eleverna skall utföra det som läraren har tänkt och inte något annat. Samtidigt kan en programvara med svag klassifikation också bli mer mångsidig. En programvara med stark inramning riktar användarens uppmärksamhet mot en specifik uppgift och kräver därmed mindre instruktioner. Men i gengäld stimulerar den inte till kreativitet eller kommunikation i samma utsträckning som en programvara med svag inramning. Olika kombinationer av klassifikation – inramning skapar olika möjligheter. Digitala programvaror med öppenhet och interaktivitet, där både elever och lärare kan påverka innehållet och utformningen av aktiviteterna, har visats främja kreativitet, matematiska diskussioner och resonemang (Trigueros, m.fl, 2014) vilket är i linje med kursplanens förmågor gällande resonemang, kommunikation och problemlösning (Skolverket, 2011). Utmaningen för läraren med sådana programvaror kan vara att skapa uppgifter som är tillräckligt fokuserade på ett utvalt matematiskt innehåll. En svag inramning med möjlighet till interaktion och kommunikation behöver inte innebära att interaktionen och kommunikationen blir inriktad mot någon specifik matematik (eller ens mot matematik överhuvudtaget) om inte läraren bidrar med lämplig styrning.

Det sista analysverktyget, Ersättning – Förstärkning – Transformerande, relaterar inte bara till lärarens nuvarande undervisning utan också till en möjlig utveckling av undervisningen. Naturligtvis finns det många möjligheter att utveckla undervisningen som inte har med digitala verktyg att göra men vissa digitala programvaror erbjuder möjligheter som helt enkelt inte är möjliga utan teknikens hjälp eller i alla fall inte praktiskt realiserbara under en lektion.

Sammanfattning

Som inledningsvis nämnts ska målen för matematikundervisningen styra användningen av digitala verktyg. Valet av programvara och dess användning är en del av lärares didaktiska organisation. De analysverktyg som presenterats i denna del kan utgöra hjälp i valet av programvara i förhållande till lektioners mål och syfte. Som tidigare nämnts syftar kategoriseringen inte till att bestämma vilka digitala programvaror som är bra eller dåliga utan om att analysera möjligheter i relation till mål. Vilka val vi gör av digitala programvaror påverkar vad det digitala inslaget kommer medföra i genomförandet av lektionen. Ett bra val av digitala programvaror kan spela en viktig roll för att stödja elevers lärande, oavsett om det önskade målet är färdighetsträning, utforskande eller problemlösning, men de bär inte själva upp undervisningen. En digital programvara utvecklad för färdighetsträning kommer troligen inte fungera väl som utgångspunkt för elevers utforskande. Tvärtom så

kräver en programvara utvecklad för utforskande ett annat lektionsupplägg än en som är utvecklad för färdighetsträning. Även en väl vald programvara behöver integreras i undervisningen på ett genomtänkt sätt, där olika digitala programvaror kommer att kräva olika didaktiska organisationer för att bidra till lektionen på ett meningsfullt sätt.

Referenser

Attard, C. & Northcote, M. (2011). Mathematics on the move: Using mobile technologies to support student learning (part 1). *AMPC* 16(4), 29–31.

Bernstein, B. (2000). *Pedagogy, symbolic control and identity: Theory, research, critique*. Oxford: Rowman & Littlefield.

De Witte, K. & Rogge, N. (2014). Does ICT matter for effectiveness and efficiency in mathematics education? *Computers & Education*, 75, 173–184.

Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Reed, H. & Gravenmeijer, K. (2010). The teacher and the tool: instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. *Educational Studies in mathematics*, 75, 213–234.

Highfield, K. & Goodwin, K. (2013a). *Apps for Mathematics Learning: A Review of 'Educational' Apps from the iTunes App Store*. Paper presented at the Mathematics Education Research Group of Australasia (MERGA) conference, Melbourne, July 2013.

Highfield, K. & Goodwin, K. (2013b). A Framework for Examining Technologies and Early Mathematics Learning. I L.D. English & J.T. Mulligan (Red.), *Reconceptualizing Early Mathematics Learning, Advances in Mathematics Education*, edited by, (s. 205–226). Dordrecht: Springer.

Hughes, J., Thomas, R. & Scharber, C. (2006). Assessing technology integration: The RAT- Replacement, Amplification and Transformation – framework. I C. Crawford, (Red.), *Society for Information Technology and Teacher Education International*, (s.1616–1620). Chesapeake: VA:AACE.

Laurillard, D. (2009). The pedagogical challenges to collaborative technologies. *Computer-Supported Collaborative Learning*, 4, 5–20.

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.

Skolverket (2011). *Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet 2011*. Stockholm: Skolverket.

Torvaldsen, S., Vavik, L. & Salomon, G. (2012). The Use of ICT Tools in Mathematics: A Case-control Study of Best Practice in 9th Grade Classrooms. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 56(2), 213–228.

Trigueros, M., Lozano, M. –D. & Sandoval, I. (2014). Integrating technology in the primary school mathematics classroom: The role of the teacher. I A. Clark-Wilson, O. Robutti & N. Sinclair (Red.), *The Mathematics Teacher in the Digital Era. An international Perspective on Technology Focused Professional Development*, (s.111–188) Dordrecht: Springer.